CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

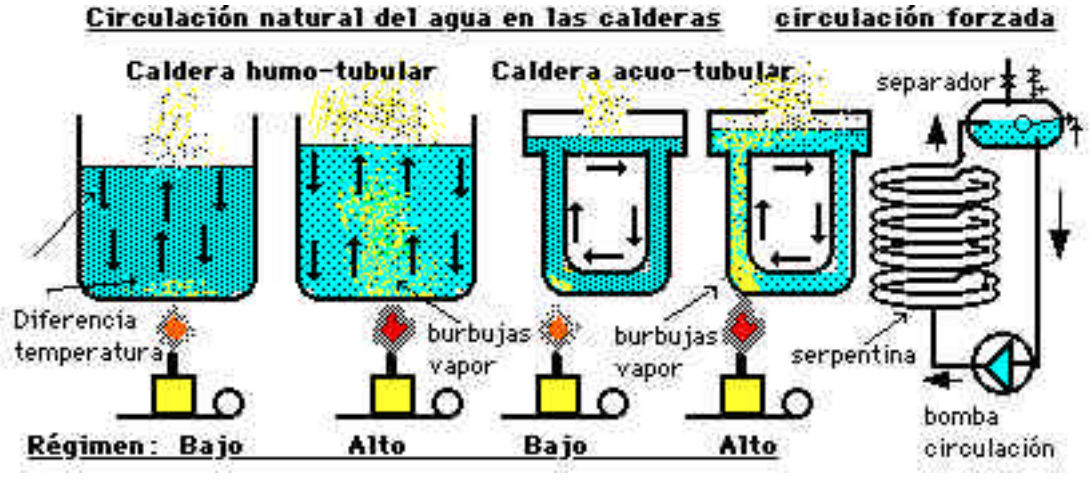
PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010

LA IMPORTANCIA DE LA CIRCULACIÓN INTERNA EN CALDERAS:

La circulación interna del agua de caldera, es realmente de una importancia, que si falla, lo cual provoca el recalentamiento por falta de refrigeración de las superficies expuestas al calor (muy intenso cuando se trata, como en este caso, en la cámaras de combustión).

La circulación interna del agua de caldera, ya sea por la caldera, así como por las adaptaciones, puede ser natural (la mayoría) o forzada (la minoría).



Lo que provoca el "efecto de circulación" del agua en el interior de las calderas de "circulación natural" son la diferencias entre el agua relativamente más fría (más pesada por volumen o sea, mayor densidad, que tiende a bajar a las zonas bajas) y el agua más caliente (menor peso por volumen o sea densidad menor, que tiende a subir a las zonas más altas). A este efecto debemos de sumarle la presencia de burbujas de vapor en el seno del agua sobrecalentada a la temperatura de saturación (la correspondiente a la que tanto el vapor como el agua tienen la misma temperatura, pero todo exceso de calor provoca la transformación del agua en vapor). Estas burbujas de vapor que cuando se generan a partir de que el calor que recibe el agua supera esta temperatura de saturación y pasan a formar el vapor en el seno del agua, pero sobre la superficie de intercambio y hasta vapor sobrecalentado, cuando este vapor momentáneamente supera la temperatura de saturación. Ambos vapores de bajo intercambio térmico con la superficie que los genera cuando no hay agua, es decir con mucha menos capacidad de enfriamiento que el agua que va tomando la temperatura de saturación, aunque la formación de vapor es la que toma más calor en la superficie de intercambio al transformarse el agua en vapor). Se puede llegar a valores tan altos de vaporización que en determinados límites puede que su enfriamiento no sea suficiente para mantener la temperatura del material de las superficies de transferencias, llegando las misma (el metal) a tan altas temperaturas en que su capacidad de soportar la presión queda tan disminuida (zona plástica del material) que no pueden soportar la fuerza de la presión sobre las mismas y ceden, ocasionando una falla (generalmente con estiramiento del material cuando falla la circulación, no así cuando este recalentamiento se debe a una falla de transferencia por aislación provocadas por incrustaciones, que los recalentamientos son lentos y progresivos). Este efecto de "burbujas de vapor" en la circulación interna del agua de caldera, tiene una mayor importancia que la propia diferencia de densidad del agua relativamente más fría que el agua más caliente (pero su exceso: la vaporización excesiva, puede ser la causa de la de quedar sin "agua de refrigeración" , para calentar o evaporar, cuyo calor de vapor vaporización es muchísimo mayor para refrigerar las superficies que lo que puede absorber el calor sensible del agua.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

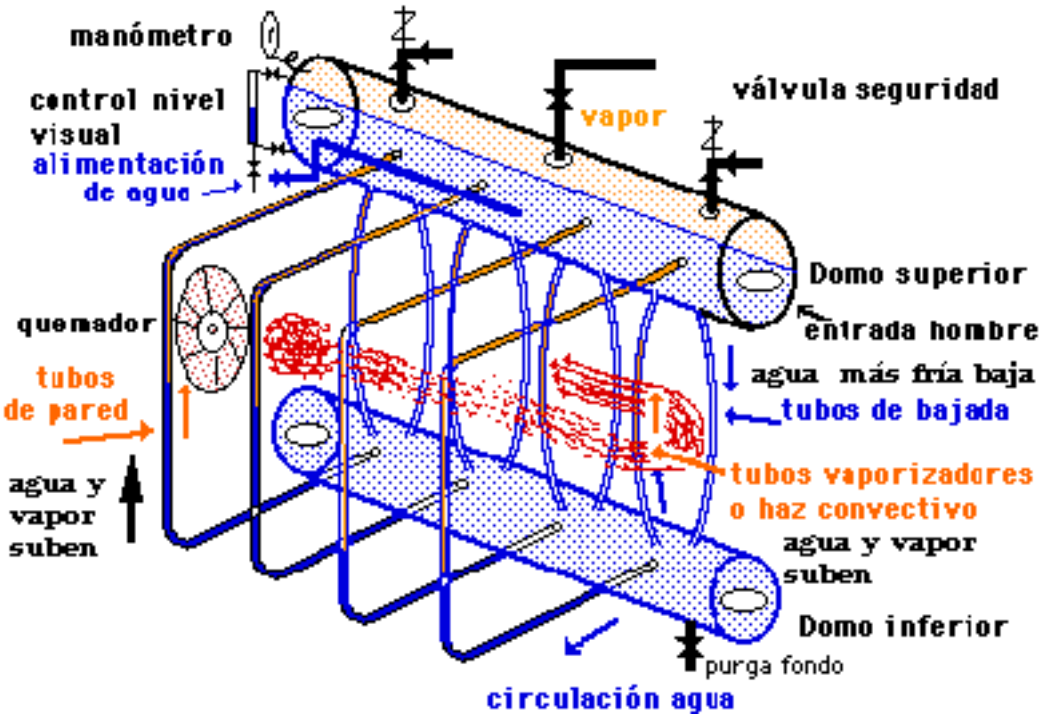
PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010

Si solo hay vapor en la zona de transferencia y baja velocidad, el recalentamiento local puede provocar una falla del material (ya que el vapor por sí solo es muy "aislante" de la transferencia), este efecto cuando se usa vapor para calentar es muy importante, es mejor usar vapor saturado que a medida que enfría forma de gotitas de condensado que ayudan a aumentar la transferencia del calor, no ocurre lo mismo con vapor sobrecalentado (que no es bueno por su mala transferencia para calentar).

Las calderas de circulación forzada (una bomba hace un efecto de circulación forzada), también estará limitada a las condiciones locales de transferencia y tienen su límite máximo de vaporización (en dependencia a las condiciones de las superficies y del agua, como la tenso-actividad de la misma).

Las calderas acuo-tubulares no dejan de ser la excepción en su circulación interna, también tienen limitaciones que llegan las circulaciones en los tubos, en que a partir de determinada vaporización o condiciones locales de transferencia, los tubos pierden sus condiciones físicas de contención de la presión y llevan a que los tubos tengan fallas de distinto tipo según sea el fenómeno que produjo esta falta de transferencia.



En las calderas acuo-tubulares, el efecto de trabajar con más bajas presiones que la presión de "diseño", manteniendo el poder de combustión (régimen), se hace más notoria la posibilidad de fallas de "descompresión" en las burbujas de vapor, que siendo de "densidad" más baja que en alta presión, generen en los tubos de alta vaporización una falta de enfriamiento (esto también se dá en las calderas humo-tubulares, afectando la placa "más caliente").

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010

Es evidente que el metal no debe llegar a su temperatura en que cambia las condiciones físicas de contención de la presión. No necesariamente la caldera debe de quedar sin agua para que las superficies de transferencias aumenten su temperatura, ni solamente si hay incrustaciones del lado agua lo suficientemente aislantes para no permitir que se transmita el calor al agua y provoque el enfriamiento, es suficiente que que se forme una "frazada" de vapor que provoca una aislación lo suficiente que no permite refrigerar el metal. El vapor en baja velocidades es muy aislante, comparado con el agua es sumamente aislante en todas las condiciones, aún de velocidad (como dijimos, de hecho cuando se usa vapor para calefaccionar superficies, se utiliza vapor saturado que tiene formación de gotas de agua a medida que va entregando el calor latente, estas gotas ayudan a la transmisión de calor, atravesando la "barrera fílmica" que aisla la superficie de transferencia, lo que solamente se podría lograr con grandes velocidades de vapor, cosa que no es posible más que los sobrecalentadores de vapor (en donde si se baja la circulación de vapor se recalientan las superficies de los tubos y los mismos pierden sus condiciones físicas, quemándose o estirándose por efecto de la presión interna). Para que se forme una "barrera de vapor" en las superficies de calefacción de una caldera en la cámara de agua, es suficiente que algunos parámetros sean alterados, como un exceso de combustión (exceso de transferencia), pero los parámetros más comprometidos son la tenso-actividad del agua (cohesión entre moléculas del agua), que se puede alterar por efecto de la variación del PH, el contenido de sales y tipos de sales, o elementos orgánicos muy activos en este fenómeno, como son los aceites, grasas, etc. de procesos industriales que pueden venir con los condensados o que pueden entrar en la caldera por la cañerías de vapor al apagar la caldera (que produce un vacío al enfriarse y si hay calefacción directa o una serpentina o doble fondo perforado, puedan absorber el producto en calefacción, esto se arregla con válvulas de retención y válvulas rompe vacío). No necesariamente debe venir (las contaminaciones) por la cañerías de vapor directamente a la caldera al parar la misma, pueden ocurrir que al cerrar un consumo de vapor vivo o que alimente una serpentina o doble fondo perforada, que luego al abrir nuevamente el vapor, el líquido que entró en la serpentina o doble fondo al producirse el vacío parcial, es "empujado" por el vapor a la descarga de condensado y de allí al tanque de alimentación (esto se arregla, cuando los líquidos a calentar son muy contaminantes, tirando el condensado, previo de aprovechamiento del calor en un intercambiador).

En el caso de las adaptaciones de las calderas para quemar combustibles a biomasa (leña por lo general, rolos de eucaliptos entre otros de los más usados), podemos decir que hay adaptaciones "secas" (toda la cámara de combustión de material refractario). Las que se hacen con "circulación de agua" para el enfriamiento de las cámaras de combustión, sea de la propia caldera (capillas y gasógenos con cámaras torsionales) y las que se hacen utilizando un sistema externo de enfriamiento (que por lo general es agua del propio tanque de alimentación que en forma "forzada" se hace circular el agua generalmente a un "parrilla" húmeda, que trabaja prácticamente sin presión) o enfriamiento de los refractarios en caso de capillas "secas".

Las hogares "secos" (sin enfriamiento por agua), no presentan grandes riesgos en cuanto a la formación de "explosiones" por falta de circulación (porque no la tienen, salvo que pueda tener una parrilla húmeda con agua de circulación al tanque de alimentación o un manto de enfriamiento del refractario). Por las grandes temperaturas que soporta el refractario, hay dos riesgos a contemplar, la progresiva destrucción del refractario por efecto de las temperaturas (o los cambios bruscos de la mismas) y por ser hogares muy "calientes" a la explosión de gases por mal manejo de los mismos (siendo imprescindible tener un chimenea auxiliar de descarga a la atmósfera en caso que la caldera deba parar por una emergencia y hay que llevar la generación de vapor a cero (o un bajo nivel de la caldera), ya que el enfriamiento del hogar de refractario es lento (y siempre hay una masa de biomasa en proceso de combustión).

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010

En el caso de la circulación de agua de enfriamiento externa a la caldera, el problema más grave es que el calentamiento en la serpentina de enfriamiento sea mayor a la que puede disipar el sistema al tanque de alimentación, lo que provoca un exceso de vaporización, que si no encuentra una dimensión de salida (escape a la atmósfera de suficiente diámetro), se pueden levantar temperaturas que pueden provocar una explosión del tubo de enfriamiento que hace de "parrilla" o peor en el caso que lo que se disipa en un "casing" que enfría el refractario, que al tener una superficie mayor (casi plana, la presión puede provocar un mayor daño que un simple reventón de tubo en el hogar). Por supuesto que la bomba de circulación al cortarce la electricidad se para (o por otras razones) en este caso la parrilla o "casing de enfriamiento" pueden reventar por presión, pero más que nada por temperatura que lleva el material a un debilitamiento por entrar en una zona de temperatura plástica del mismo.

El caso anterior, la caldera debe tener un hogar de buen diámetro, pero no podemos decir que es un sistema seguro, ya que el foguista está expuesto en el momento de carga a una "quemadura" en caso de un reventón del tubo de parrilla húmeda aún con que sea con la circulación sin conexión a la presión de la caldera.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010

En el caso de los hogares húmedos (en este caso capillas y gasógenos con cámaras torsionales), debemos de contemplar en cada caso el problema que se puede suscitar que pone en peligro la integridad de la caldera (y de los operarios).

Como decíamos al principio, la circulación por lo general es natural en estos casos, por lo que debemos contemplar que el agua de refrigeración es agua prácticamente a la presión de saturación o que implica que si bien la circulación es producto de una diferencia de densidad del agua misma (muy poco) y muy dependiente de las burbujas de vapor que se producen en el seno del agua y que su densidad es muy inferior a la del agua, lo que provoca una "flotabilidad" de las burbujas que "empuja" el agua hacia arriba debido a la gran diferencia de densidades entre la parte de agua de caldera sin "burbujas" y la parte de calderas en donde hay transferencia y se producen las burbujas de vapor.
Ahora, si el régimen de vaporización (en dependencia de la presión de la caldera) es muy alto, el exceso de producción de "burbujas de vapor", al no encontrar una salida de suficiente caudal, es por lo general la causa que provoca el corte de la circulación y hasta el vaciado "marcha atrás" del agua hacia la caldera, dejando las superficies de transferencia prácticamente sin refrigeración y con esto la falla del material (y el accidente que se produce al romperse el cuerpo de presión: por lo general tubos o envueltas si las hay).

Esta dependencia de formar "burbujas de vapor", dijimos que está en dependencia de la presión de la caldera (y del agua de circulación que es la misma de la caldera), es de vital importancia, entender que cuanto más baja es la presión, menor es la densidad del vapor, cual queremos decir que una unidad de volumen de agua se transforma en muchas unidades de vapor. Ejemplo: 1 litro de agua que penetra en una capilla o en un gasógeno ó cámara torsional, a 10 Kg/cm2 cuando se forma vapor pasa a ocupar 180 litros de vapor y si la presión fuera muy baja, como 1 Kg/cm2 (2 ATA) pasaría el vapor a ocupar 900 litros, agravándose el problema de evacuar este gran caudal de vapor.

TABLAS DE VAPOR SATURADO

presión	temperatura	calor total	calor agua	calor vapor	volumen	
ATA	C°	Kcal/Kgr.	Kcal/Kgr.	Kcal/Kgr.	m3/Kgr.	
0.05	32.55	611.3	32.55	578.9	28.7300	
0.20	59.67	623.1	59.61	563.5	7.7930	
0.50	80.86	631.6	80.81	550.8	3.3010	
1.00	99.09	638.5	99.12	539.4	1.7250	Presión Atmosfera al nivel del mar.
2	119.62	645.8	119.87	525.9	0.9016	
3	132.88	650.3	133.40	516.9	0.6166	
4	142.92	653.4	143.60	509.8	0.4706	
5	151.11	655.8	152.10	503.7	0.3816	
6	158.08	657.8	159.30	498.5	0.3213	
7	164.17	659.4	165.60	493.8	0.2778	
8	169.61	660.8	171.30	489.5	0.2448	
9	174.53	662.0	176.40	485.6	0.2189	
10	179.04	663.0	181.20	481.8	0.1981	
11	183.20	663.9	185.60	478.3	0.1808	Presión de trabajo 10 kg/cm2
15	197.36	666.6	200.60	466.0	0.1343	
20	211.38	668.5	215.8	452.7	0.1016	

La mayoría de los accidentes que ocurren en las adaptaciones se deben a la falta de entender estos conceptos, que si metemos un volumen de agua sacaremos por el otro extremo una cantidad muy superior de volumen de vapor, que si no tienen una salida adecuada, harán progresivamente bajar el nivel del agua de refrigeración en las capillas ó gasógenos y sus cámaras torsionales.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010

Veamos algunos ejemplos de estos problemas:

Este cámara torsional adaptada a una caldera PERFLO, explotó al levantar presión por primera vez, al llegar a los 6 Kg/cm2 de presión se abrió, producciendo una gran onda expansiva de vapor, que afecto a varias personas. La tapa de carga y el frente fueron a dar varios metros del lugar.
Lo que aquí se destaca es la gran peligrosidad de cuando fallan los cuerpos de presión con fluídos con expansión.

La caldera superior, a la cual se le adaptó una cámara de combustión de "doble camisa", explotó (dañando personas y material) en el primer intento de levantar presión.

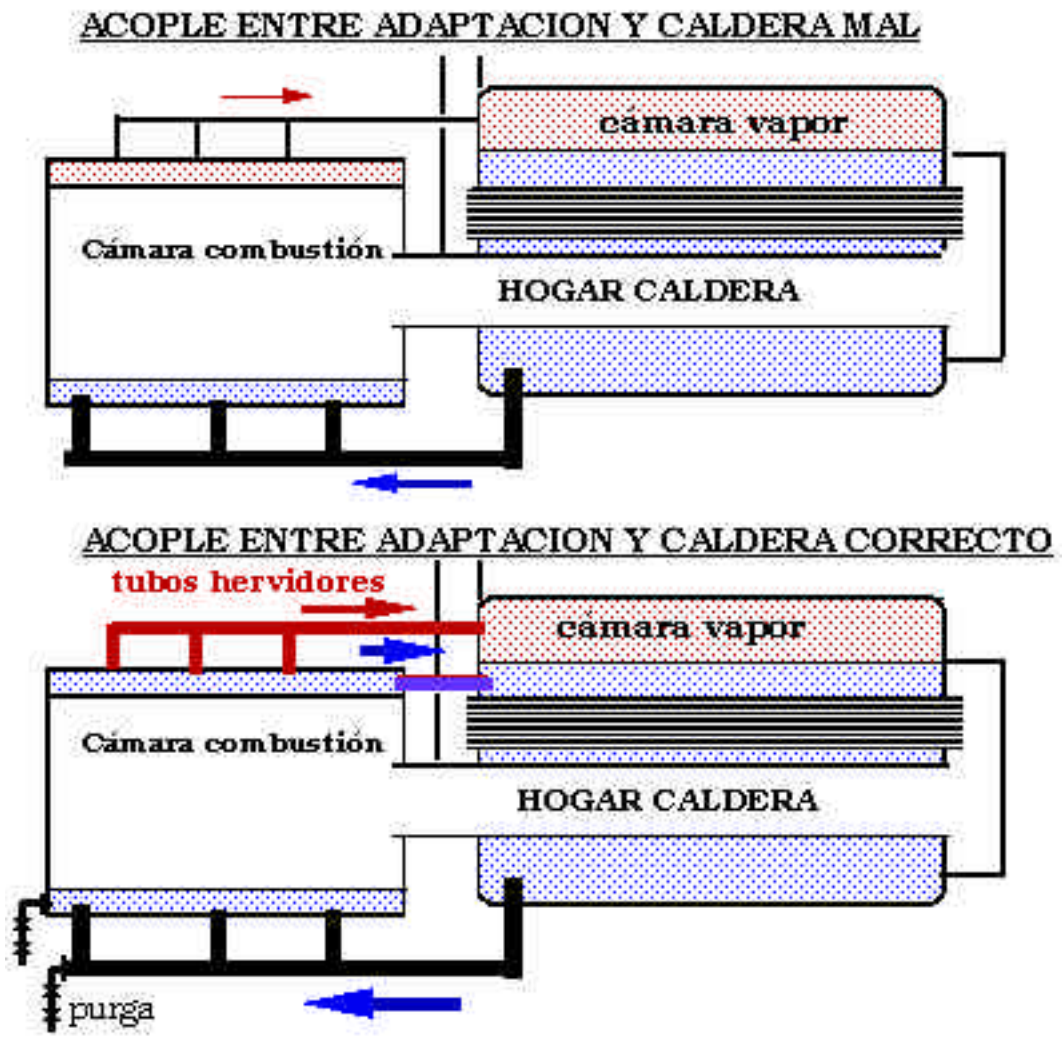
Si observamos atentamente, vemos el colector inferior de la camisa de agua bien alimentada de agua, pero la salida de vapor es "absurdamente" pequeña y todavía con el error de solo intentar sacar vapor de la doble camisa. Esta caldera soportó la prueba hidráulica (a pesar de lo mal construida desde el punto de vista de recipiente a presión) el defecto que provocó la falla antes de llegar a la presión de trabajo en la primer encendida no fue una falla mecánica en forma exclusiva, sino una falla por falta en el enfriamiento de la cámara de combustión de la doble camisa, ya que no consideraron que el vapor ocuparía unas 277 más volumen por cada unidad volumétrica de agua, además tampoco consideraron el enfriamiento de la circulación de agua porque esta no existía, es decir, no había retorno de agua a la cámara de agua de la caldera, solo una pequeña conexión de vapor (o mezcla de vapor y agua) a la cámara de vapor. Evidentemente en este caso, al producir vapor la doble camisa, como la salida de vapor era insuficiente, creó una contra-presión que desalojó el agua de la doble camisa hacia la caldera, dejando la doble camisa en "seco" y con ello un severo recalentamiento que provocó la deformación plástica por alta temperatura del hogar de la doble camisa, lo que provocó que arrancara la soldadura de unión entre el hogar y la envuelta de la doble camisa, con una violenta explosión (con heridos graves). Este es un caso que "rompe los ojos" para alguien que sepa del tema, pero no fue visto por muchas personas que trabajaron en el diseño y montaje (a pesar de su "experiencia" en reparación de calderas).

Veamos un croquis del error anterior desde el punto de vista de la circulación natural (no desde el punto de vista constructivo de normas de estructura como recipiente a presión).

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010



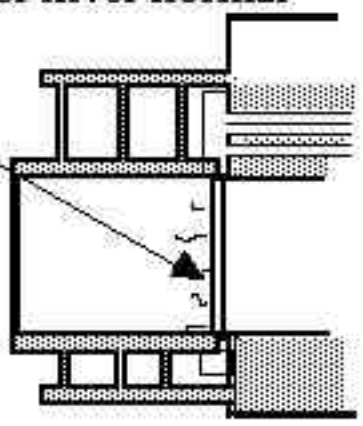
Como se vé en el croquis superior (sin entrar en consideración la construcción de la estructura como cuerpo de presión) y solo considerando la forma de acoplar la doble camisa se debe respetar que cada litro de agua que se evapore en la doble camisa pasa a ocupar un volumen en vapor muchísimas veces superior al que entró el agua en la cámara de doble camisa. Lo que significa que la salida de este vapor y agua de circulación deben ser "generosos" y cada uno debe ir a la cámara correspondiente (el vapor a la cámara de vapor), aunque hay buena parte que sale junto con el agua que retorna a la cámara de agua de la caldera, a la cual hay que descargar el agua de circulación (que retorna una buena cantidad de barros). Y es de mucha consideración instalar las purgas correspondiente, tanto en la doble camisa si fuera necesario por si el colector inferior no esté "centrado" con la doble camisa, o/y el colector inferior tener también sus "generosa" purga. Aclaro que estas purgas solo deben ser operadas con la caldera con muy bajo fuego, para evitar que se corte la circulación de agua al purgar (ya que estas purgas deben ser "generosas" , es decir, de buena dimensión, nunca menor a 11/4", además tener las platinas correspondientes para extraer los barros que se acumulen en la doble camisa y el colector de agua inferior, ya que el agua que circula desde la caldera trae prácticamente el barro en el caso que entre agua dura a la caldera (sea el barro provocado por el tratamiento o por la descomposición de la dureza temporaria).

Fijese el caso de esta adaptación, la doble camisa de la cámara torsional no se puede conectar directamente al cuerpo de la caldera (a su cámara de agua, como son las calderas con gasógenos originales), lo cual agrava el problema de circulación interna.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA
2010

Veamos otros ejemplo:



Es de observar que la doble camisa de la cámara torsional no tiene tapillas de limpieza ni purga (o sea, que los barros quedan "atrapados", tapando la circulación de enfriamiento de la doble camisa).
Si tuviera purga, esta se debe de hacer con la caldera con el fuego "cortado", para no alterar la circulación de enfriamiento.

En el caso superior, la cámara torsional de un gasógeno adaptado a una caldera para quemar rolos, la circulación de enfriamiento "desprecia" el volumen de vapor a desalojar de la doble camisa de la cámara torsional, provocando fisuras por falta de enfriamiento en la cámara interior de la cámara torsional, que fue parada a tiempo y sustituida por una cámara torsional con tubos (y forrada de refractarios). En este caso, podría haber provocado un accidente, que podría no afectar más que a la caldera o podría haber haber provocado una expansión que expulsara la tapa de la cámara torsional (dañando el operador que está en la zona de carga del gasógeno). En estas adaptaciones, por lo general se agravan los problemas de circulación, debido a que el fabricante original de los gasógenos no es proclive a que tanto las cámaras torsionales y los gasógenos tengan purgas de barros en las partes bajas, lo que provoca el "corte" de circulación por obstrucción a la entrada de agua.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

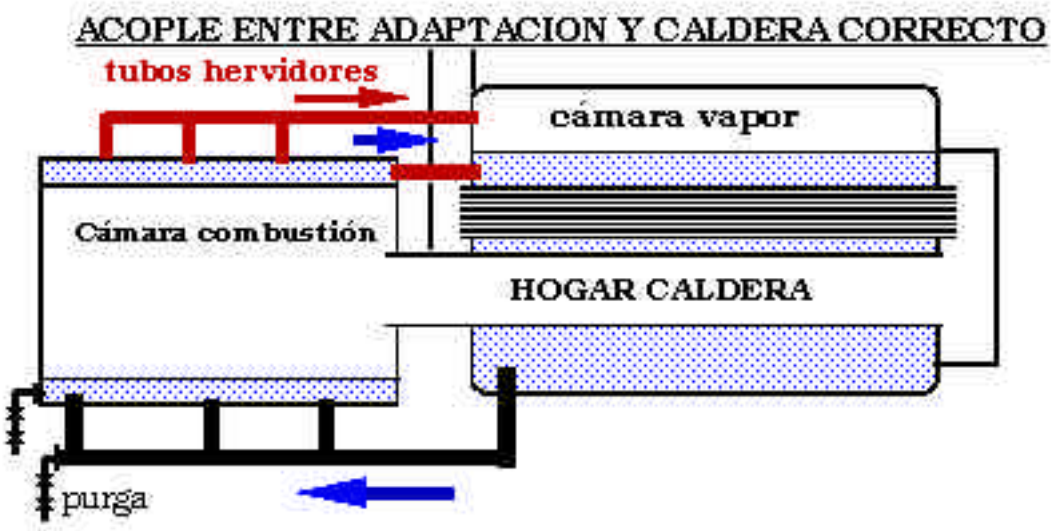
2010

CONCEPTOS BÁSICOS DE UNA ADAPTACIÓN DE CALDERA A BIOMASA CON CÁMARAS DE COMBUSTIÓN "ADOSADA" (sea "quema directa" o gasógeno con cámara torsional").

Básicamente tenemos que tener presente que se producen dos condiciones de enfriamiento (de la forma que el calor de las superficies expuestas al calor se refrigeran), una es por el calor sensible (temperatura) del agua al circular por el interior de tubos y camisas (aumento de temperatura y con ello la disminución de la densidad del agua más caliente), pero si analizamos este calor no es muy importante, ya que el agua que penetra en la circulación tiene una temperatura casi de saturación (casi la misma temperatura en la que entra como en la que sale). Y la otra es el calor latente (de vaporización, esta sí es muy importante, y además la formación de "burbujas de vapor" son las que más promueven la circulación del agua en la capilla). Hay dos motivos muy importantes que esta circulación de agua ocurra, evitar que los barros queden en la cámara de combustión y el otro, más importante es el refrigerar en el período de levantar presión (que es el momento más crítico, ya que la densidad del vapor es muy baja, lo cual puede cortar la circulación de refrigeración por el gran volumen de vapor al expulsarlo), en este caso el calor sensible del agua es importante, por entrar el agua relativamente más fría al arrancar la caldera.

La otra regla básica es que el vapor ocupa muchas veces el valor volumétrico del agua, lo que obliga a tener generosas extracciones de vapor (tubos vaporizadores), este calor del agua al transformarse en vapor (calor latente) es de un gran valor calórico (ya que el calor latente es más alto a bajas presiones, es de aprox. 540 Kcal. por kilogramo y va bajando a medida que sube la presión del vapor).

Veamos en el caso de la quema directa un croquis que respeta las reglas básicas y luego analicemos los problemas que se provocan por no respetarse los mismos.



Es evidente que en este caso hay circulación de agua de enfriamiento y además una separación del vapor que "generosamente" descarga a la cámara de vapor.

Por lo general las fallas más importantes en las adaptaciones (y aún las que no lo son), son la poca dimensión y cantidad de los tubos "hervidores" (separadores de vapor que descargan a la cámara de vapor). Y el otro, el suministro de agua de los colectores inferiores por falta de dimensión. En ambos, se detecta el error si se produce vapor sobrecalentado al medir la temperatura de salida del vapor que se forma (midiendo la temperatura en los tubos hervidores, que debería ser la temperatura de saturación correspondiente a la presión y nó por encima de ésta). Hay oscilación de los niveles.

El otro problema muy importante, es que si consideramos el flujo de agua que circula a través de la capilla (muy necesaria) es el arrastre de barros que se forman en el cuerpo de la caldera (más que nada por la entrada de agua dura, sea por la descomposición de los bicarbonatos de calcio y magnesio-dureza temporaria- y la propia que forma el ablandamiento interno del agua de alimentación con los productos químicos apropiados para ello (generalmente fosfatos), en este caso debido a dureza temporaria y dureza permanente (sulfatos y cloruros de calcio y magnesio) .

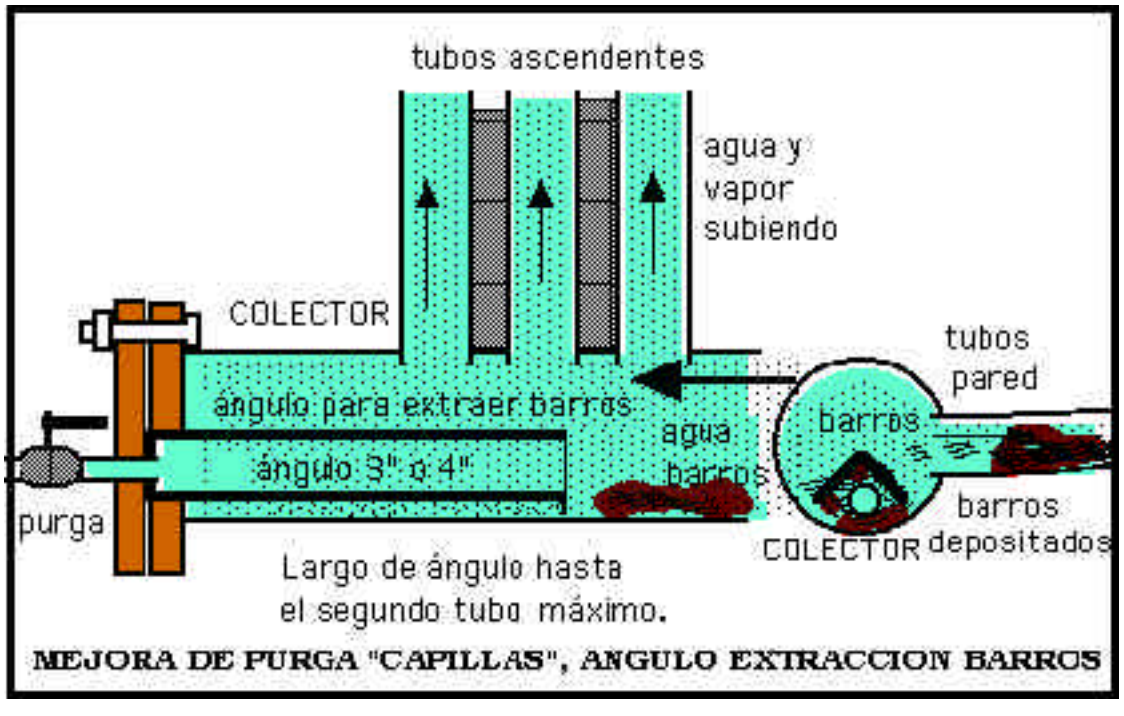
CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010

Además los óxidos que son "recolectados" por toda la corrosión del sistema vapor-condensado terminan en las capillas, gasógenos y cámaras torsionales, y si todos estos "barros" tienden a quedar depositados en las partes bajas de la capilla, sean colectores o tubos de sostén semi-inclinados de la grillas húmedas o gasógenos y cámaras torsionales, los mismos pueden cortar la circulación de agua de enfriamiento. Estas purgas deben ser de buena dimensión y disponer un ángulo recolector de barros en la platina de la punta del colector (platina fundamental para limpiar los barros depositados ".

Estas limpieza de "barrido de barros" en los tubos semi-inclinados de las grillas (en donde se depositan los barros debido a que hay un efecto a contra-corriente, es decir los barros tienden a caer pero el agua los arrastra hacia la parte superior, estos tubos deben ser inspeccionados con espejo a 45º y una linterna, cada vez que se abra la caldera para limpieza y esta limpieza periódica debe hacerse con una frecuencia que se determinará de acuerdo a la cantidad de barros del sistema (dependiendo en cada caso, pero generalmente pueden ser entre 6 meses y un año, cuando se manguerea toda la caldera).



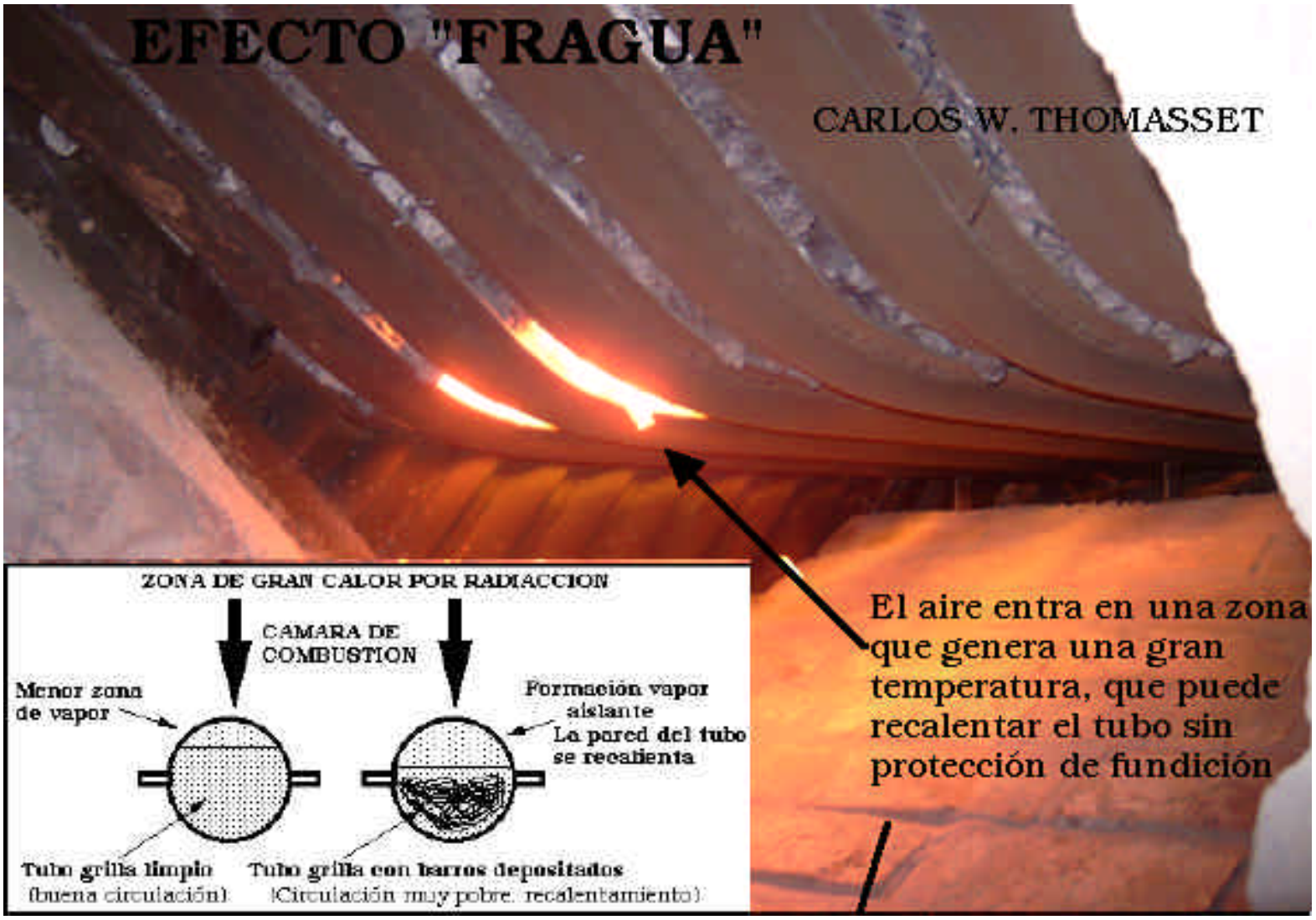
MEJORA DE PURGA "CAPILLAS", ANGULO EXTRACCION BARROS

Veamos como los barros pueden hacer cortar la circulación de los tubos de sostén de las grillas de fundición (o en calderas aún sin grillas de fundición que usan los mismos tubos como grilla, que no aconsejo), al cortar la circulación de enfriamiento de estos tubos grillas o sostenes de grillas, si un tubo se recalienta localmente (especialmente por el "efecto fragua"), puede "reventar" el tubo y con ello matar hasta el foguista.

CARLOS W. THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010


EFECTO "FRAGUA"
CARLOS W. THOMASSET
ZONA DE GRAN CALOR POR RADIACCION
CAMARA DE COMBUSTION
Menor zona de vapor
Formación vapor aislante
La pared del tubo se recalienta
Tubo grilla limpio
(buena circulación)
Tubo grilla con barros depositados
(Circulación muy pobre, recalentamiento)
El aire entra en una zona que genera una gran temperatura, que puede recalentar el tubo sin protección de fundición

El "efecto fragua" (gran calor localizado por la entrada de aire que perfora el lecho de combustión en un punto y actúa como una fragua), generalmente ocurre en las calderas de quema directa sin grillas de fundición (las grillas de fundición su función no es solo sostener la biomasa, sino distribuir el aire en forma adecuada sobre el lecho, evitando que lo perfore y genera una zona intensa de aire (en donde se genera una gran temperatura, que he llamado "efecto fragua").

En los gasógenos esto también ocurre, por eso las grillas de los gasógenos se las trabaja con una cierta capa de cenizas sobre las grillas, para evitar que la gran temperatura que se forma (al taparse parte de la entrada de aire primario en parte de las grillas y el aire entra en zonas muy definidas), este "efecto fragua" no solo quema la grilla (que no es de fundición, por lo que hay que dejar una capa de ceniza), pero también tiene el inconveniente de formar "piedras de cenizas" (ceniza fundida por la alta temperatura, como vidrio en algunos casos, se disminuye este efecto que tiende a trancar la grillas poniendo Dolimita en polvo (que tiene un 30% aprox. de carbonato de magnesio que levanta el punto de fusión de la ceniza, el resto es carbonato de calcio que no es dañino para las grillas, ambos carbonatos con el calor se transforman en sus óxidos corresponientes) y sino se puede usar óxido de magnesio (pero es muy caro).

De todas maneras, el calor del "efecto fragua" es muy peligroso si hay tubos sosteniendo la biomasa, ya que la gran temperatura puede provocar un recalentamiento local del tubo, lo que puede provocar una "bellota" y la misma explotar, creando una situación muy peligrosa para los foguistas. Y si los tubos se tapa su circulación interna por barros, con más razón crearán una bellota que explotará (descargando toda el agua de caldera y vapor a la cámara de combustión, poniendo en peligro la vida del foguista).

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010

Observar que el colector que alimenta los tubos "inclinados" junta parte de las "cascarillas" desprendidas y barros del tratamiento químico. Estos salen en parte por la purga y parte se introducen en los tubos de la parrilla, que si no tiene buena circulación, provoca lo que vemos en la foto de abajo. Este "tapón", corta la circulación del tubo.

Observar el tubo de sostén de grillas de fundición, prácticamente "tapado" por el barro que se deposita, esto lleva a la formación de una "bellota" que explota y descarga toda la presión de agua y vapor en la capilla, que a su vez hace un "flash" extra al entrar en contacto con la incandescencia de la combustión, provocando una gran "explosión" en el interior de la capilla, lo que si las "tapas de carga de leña" no son selladas de doble carga, el agua caliente y vapor, matan o queman al foguista.

En el caso de las cámaras torsionales y gasógenos, este problema de los barros se agrava, debido a que por lo general el fabricante no instala purgas (ni tapillas de limpieza en algunos casos), por el temor de que purguen con la caldera en marcha (pero si seguimos ese criterio, ningún colector se le pondría purga y esto no es así, todos los colectores bajos se les considera "colectores de barros" y se les debe poner una purga (que solo deben ser accionadas con la combustión al mínimo o "cortada" totalmente con los aires y los tiros).

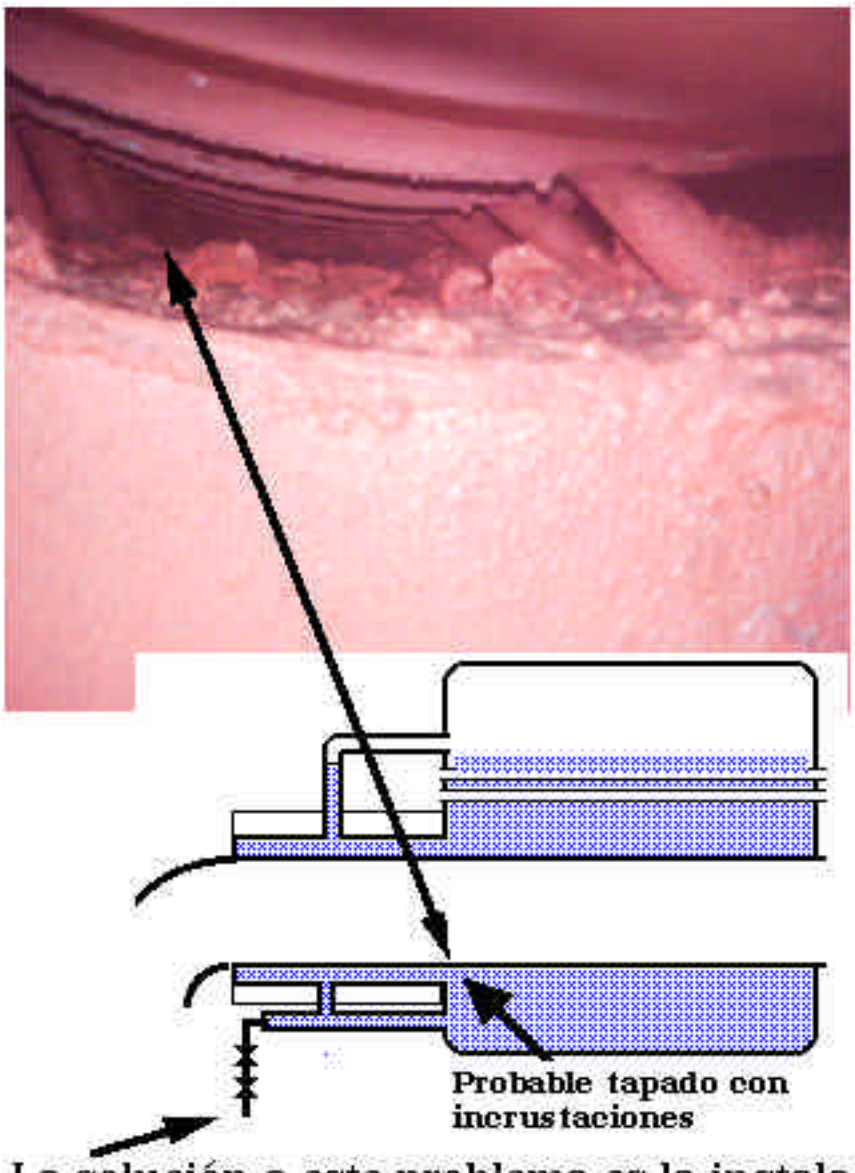
Veamos un cámara torsional de doble camisa en la cual se vé los barros acumulados al no tener purgas instaladas.

CARLOS W. THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo - URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010

Las cámaras torsionales (en gasógenos o calderas a combustibles líquidos o gaseosos), tienen una circulación de agua unida a la a la propia masa líquida de agua de la caldera cuando es humotubular y además un colector inferior que alimenta en el extremo a la cámara, teniendo la salida de la circulación por la parte superior de la cámara y un tubo vaporizador en la parte superior. Pero esta zona no tiene purga, esto genera un problema.



La baja velocidad con entra el agua en la parte baja de la cámara, permite que se depositen los barros arrastrados hacia el interior de la doble envuelta de la cámara, terminado en algunos casos de entorpecer la circulación natural lo que provoca una falta de refrigeración en la cámara torsional y con ello la destrucción de la cámara.

La solución a este problema es la instalación de una purga en el colector (no menos de 11/2" de diámetro), sacando el volante por seguridad y purgando solo con el quemador apagado o el gasógeno al mínimo de combustión. Lo hemos probado por muchos años.

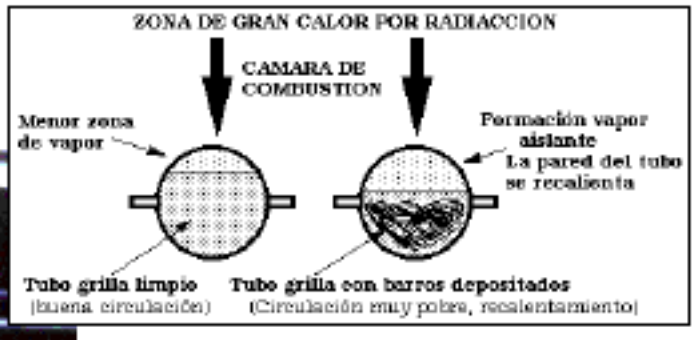
CAPILLAS:

Las capillas mal adaptadas, en general responden a una falta de concepto de la importancia del enfriamiento que debe producir la circulación de agua y la formación de vapor, la falta de inclinación de los tubos de sostén de las grillas (o que los tubos sean los que hacen de grillas), ya que al no tener inclinación suficiente en los tubos, los barros tienden a depositarse con el daño que hemos descripto, pero además este concepto de circulación totalmente distorsionado con la descarga de vapor y agua a la cámara de vapor (cortando la circulación por "sifón" del agua) queda expuesto en el siguiente ejemplo real (agravándose si los colectores inferiores son insuficientes en dimensión).

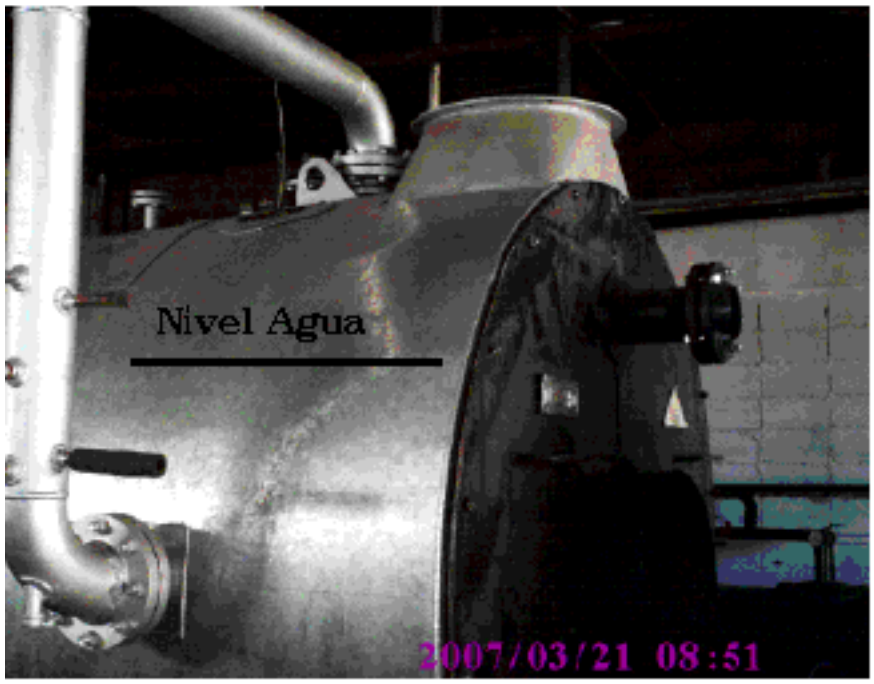
CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010


ZONA DE GRAN CALOR POR RADIACCION
CAMARA DE COMBUSTION
Menor zona de vapor
Formación vapor aislante
La pared del tubo se recalienta
Tubo grilla limpio
(buena circulación)
Tubo grilla con barros depositados
(Circulación muy pobre, recalentamiento)

Los tubos de parrillas horizontales no tienen buena circulación, están expuestos a que se tapen de barros y pueden "reventar" accidentando al foguista que carga la caldera por la puerta de carga abierta.



La descarga de la capilla adaptada a una caldera debe ser dividida en dos partes, un colector por el que circula el agua y descarga por debajo del nivel del agua y otro colector en parelelo de buena dimensión conectado al anterior de manera de que permita la descarga del vapor a la cámara de vapor de manera de que la capilla trabaje totalmente inundada de agua y no solo de vapor.

GASOGENOS:

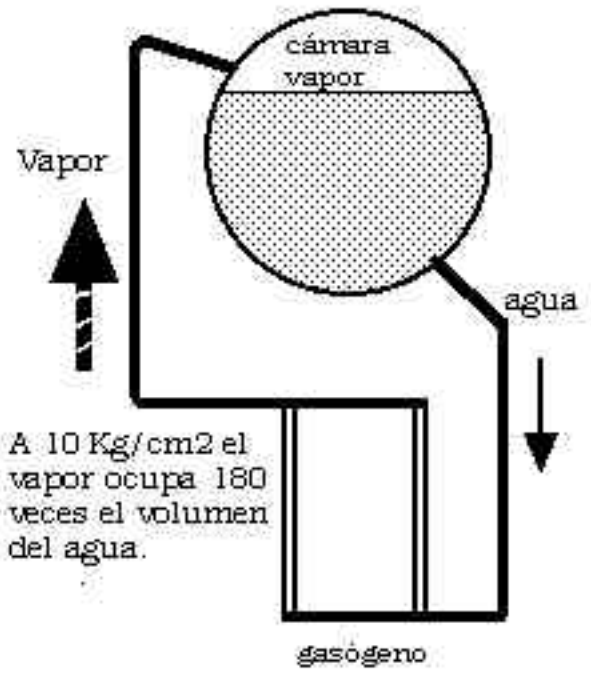
En el caso de los gasógenos, he encontrado que las descargas de los mismos van a la cámara de vapor, en donde es posible que en marcha normal (a cargas no muy fuertes) descarguen una mezcla de agua y vapor, pero he comprobado que a cargas altas, la circulación de agua no es buena, ya que impera la presencia del vapor por el gran volumen que ocupa y que al descargar tiende a provocar una pérdida de carga que no deja tener el gasógeno totalmente lleno de agua, sino que trabaja la parte superior del gasógeno como un "sobrecalentador" de vapor (esto lo he comprobado por la medición de temperatura de la descarga de los gasógenos a la caldera).

Quizás en este caso, circulación del gasógeno, haya que pensar en una idea que permite separar el vapor y el agua en la parte superior del gasógeno, de manera de descargar el vapor en la cámara de vapor y el agua en la cámara de agua, de manera de evitar que la "cabeza" de los gasógenos trabajen con vapor sobrecalentado para enfriar, ya que esto puede provocar fisuras o simplemente favorecer una corrosión por alta temperatura con los gases ácidos producidos por los gasógenos.

CARLOS W. THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo - URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010



Observar que la descarga de los gasogenos se encuentra casi por encima del nivel de agua normal de la caldera. Esto puede llegar a ser una "perdida de carga" adicional al escape de vapor que aumenta muchas veces más que el volumen de agua (a 10Kg/cm2 aumenta unas 180 veces).

Como hemos dicho, todos estos problemas de adaptación (y de calderas diseñadas específicamente para leña), repercuten en la seguridad de los foguistas, ya que al cargar las calderas, si las bocas de cargas no son "selladas" (doble cámara"), lo foguistas están expuestos en el caso de reventar un tubo de la cámara de combustión.

En general, esta falla de seguridad en las tapas de carga, se encuentra más en las calderas de combustión directa, ya que los gasógenos no pueden funcionar con la cámara de combustión abierta, pudiendo sí la quema directa, pero con este problema "latente" de una accidente grave.

Veamos un cargador seguro para capilla de quema directa, con un cargador "seguro" para los operadores, con una precarga que se aisla de la carga, cuando la tapa de carga en contacto con la combustión se abre.

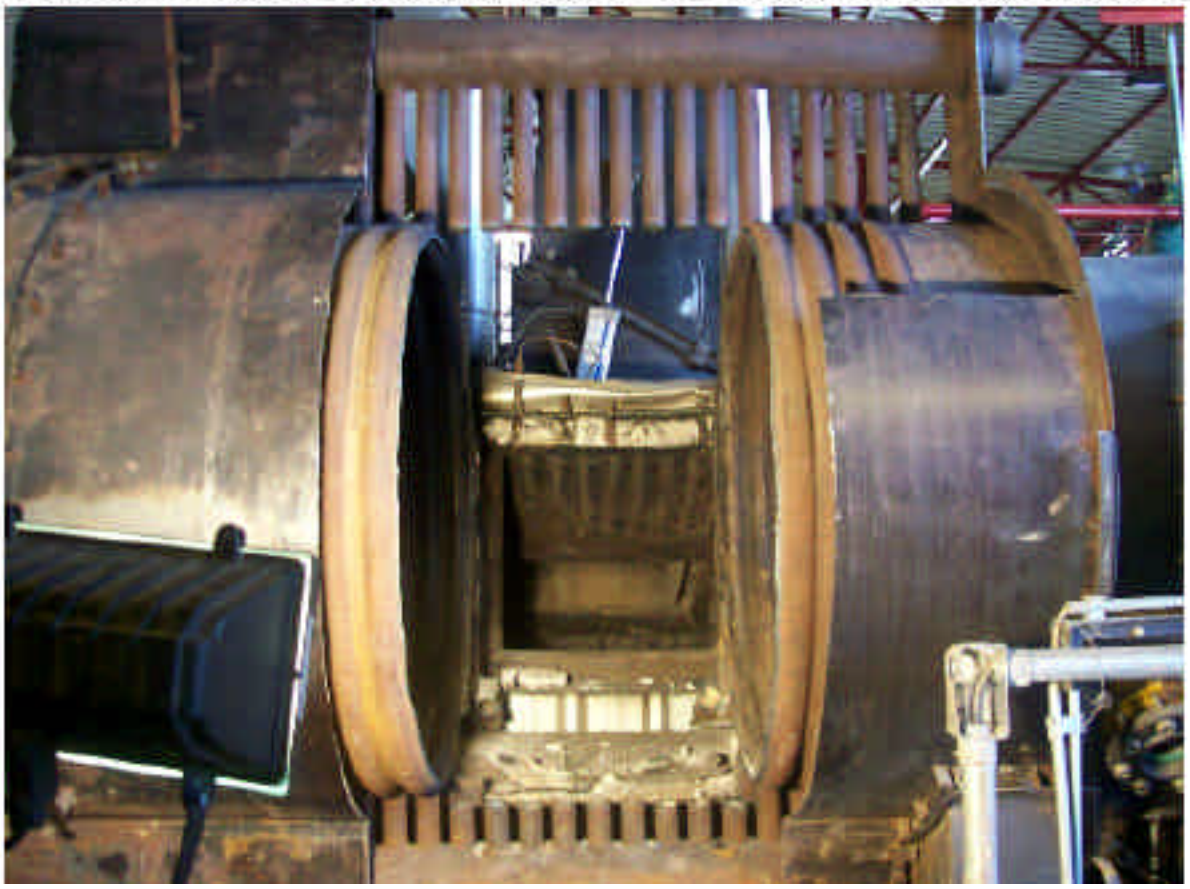
Las calderas "chicas", lamentablemente las tapas de carga, parecen "puertas de heladera", los foguistas están totalmente expuestos a una explosión.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010

CAMARA TORSIONAL DE GASOGENO CON FALLA EN LA CIRCULACION



La foto superior corresponde a una cámara torsional asociada a un gasógeno, es evidente que la zona de combustión más comprometida con gran producción de vapor fue afectada por una falta de "refrigeración". Lo más problemático en gasógenos y cámaras torsionales en la circulación interna de refrigeración, ya que las descargas de vapor y agua no están separada, al generarse gran cantidad de vapor (recordemos lo que dijimos, que por cada 1 volumen de agua que entra al circuito se producen varias veces el volumen en vapor, esto provoca una pérdida de carga en la salida de la mezcla de agua y vapor, lo que hace que la circulación tienda a "frenarse", esto lo he comprobado al medir la temperatura de la supuesta mezcla de agua y vapor, que debiera ser la de agua-vapor saturado, sin embargo en régimenes altos he encontrado que la temperatura corresponde a vapor sobrecalentado, lo que significa que solo sale vapor y que buena parte de la superficies de intercambio están solo refrigerandose con vapor y no con una mezcla de agua y vapor como corresponde).

Este tema de los gasógenos y cámaras torsionales no es fácil de resolver, ya que debería existir un colector de agua y vapor y un colector de solo vapor, ambos descargando en las zonas correspondiente, el agua-vapor bajo el nivel de agua y el vapor en la cámara de vapor de la caldera.

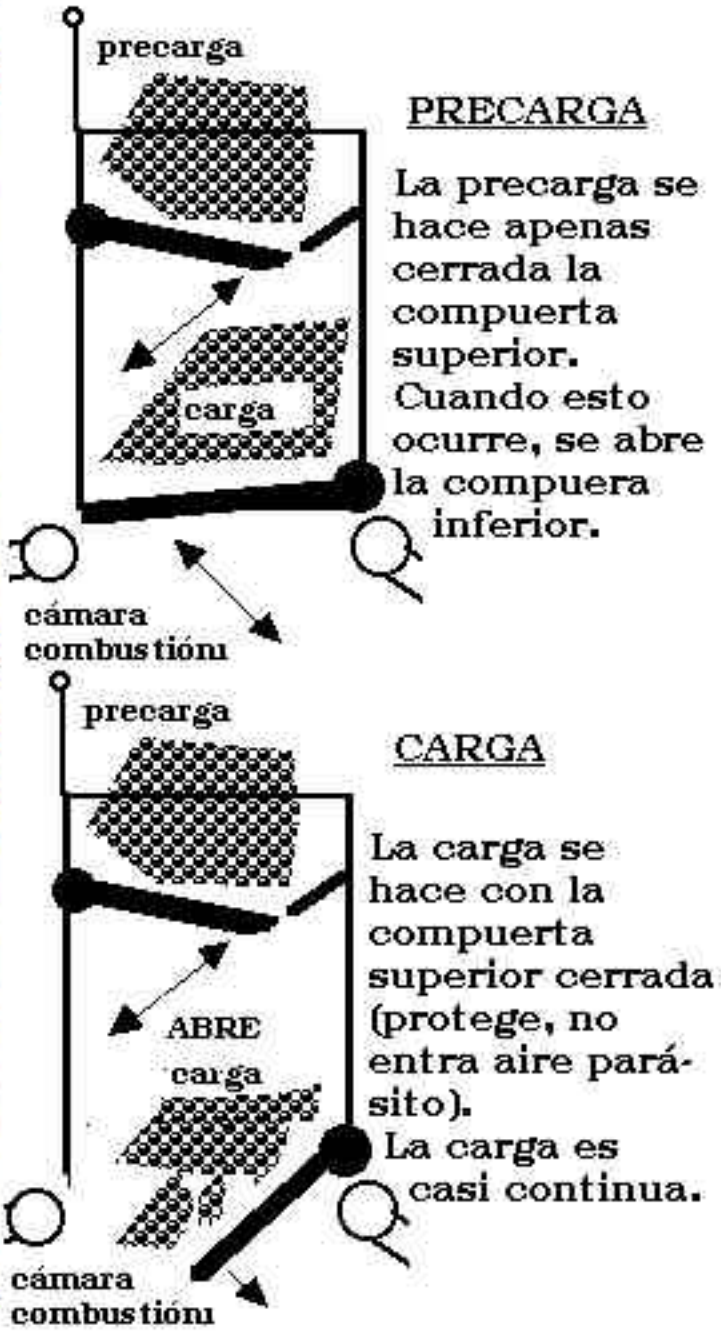
El abuso de los gasógenos y cámaras torsionales, tanto en la sobre-producción de vapor por marchas forzadas, sea por imperio de la necesidad de fábrica o por pruebas de acumulación de válvulas de seguridad (que no debería hacerse en este tipo de calderas, ya que es más el riesgo de provocar un corte en la circulación interna de los gasógenos y las cámaras torsionales, que el beneficio de la prueba, que yo aconsejaría que se hiciera por válvulas individuales, esto también es válido para capillas de quema-directa).

Lo otro importante es no tener válvulas de seguridad sobre-dimensionadas, es decir que individualmente lleven a la caldera a consumos exagerados, ya que en el momento que se dispara la válvula de seguridad, por efecto de la apertura rápida los circuitos de las capillas y gasógenos-cámaras torsionales, tienden a "vaciarse" debido a la "descompresión" rápida y sus superficies en altos régimenes de producción de vapor (se genera un "manto de vapor" sobre estas superficies que aleja el agua y forma una capa aislante de vapor. Sucesivas condiciones similares, lleva con el tiempo a provocar fisuras y deterioros de los tubos sobrecalentados por falta de enfriamiento.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010

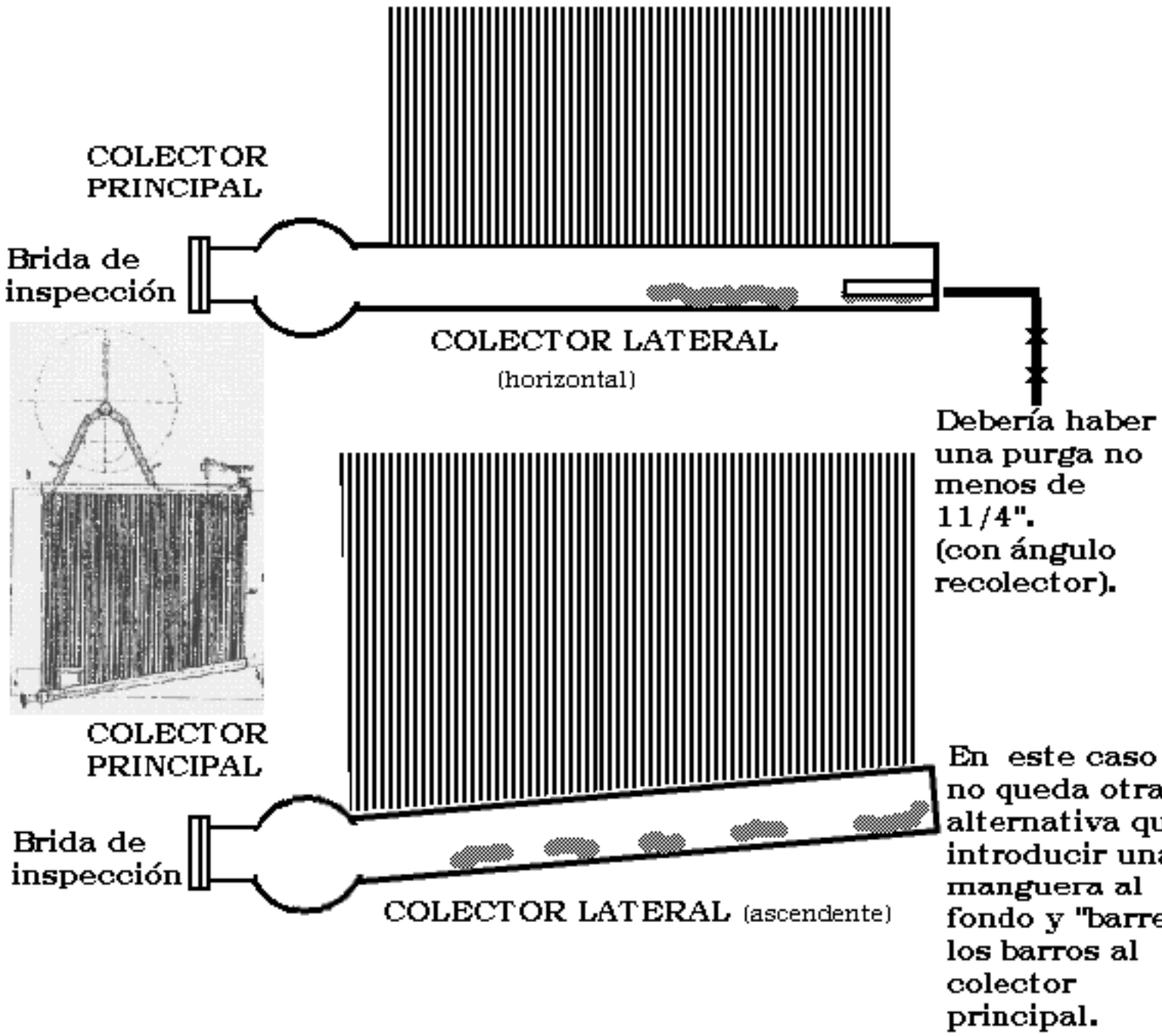


Lo otro importante en una adaptación o en una caldera nueva, que tenga colectores inferiores (que se deben llamar "colectores de barros"), deben ser diseñados de tal forma que no tengan una inclinación ascendente (ya que el agua va hacia hacia arriba y los barros tienden a decantar y además no se pueden poner purgas en el extremo en este caso, lo que obliga abrir la caldera cada pocos meses y limpiar manualmente a los colectores). Todos los colectores bajos (o "colectores de barros") deben ser horizontales y en su extremo más alejado de la entrada de agua deben tener un generosa purga (con ángulo preferentemente). Veamos un croquis.

CARLOS W. THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

PRINCIPALES ERRORES EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

2010


COLECTOR PRINCIPAL
Brida de inspección
COLECTOR LATERAL
(horizontal)
Debería haber una purga no menos de 11/4". (con ángulo recolector).
COLECTOR PRINCIPAL
Brida de inspección
COLECTOR LATERAL (ascendente)
En este caso no queda otra alternativa que introducir una manguera al fondo y "barrer" los barros al colector principal.

En el caso anterior de colector "ascendentes" no nos queda claro que "buscó" el diseñador (ahorrar tubos de pared?). Este es un ejemplo de lo que no debe hacerse, por el peligro que significa que se "obstruya" el colector por barros (al no poderse purgar los barros adecuadamente) y que los tubos de pared al no tener circulación de agua de "enfriamiento" , formen "bellotas" por alta temperatura y "exploten" al estirarse el material de los tubos y descargar toda el agua y el vapor de la caldera sobre la masa incadecente de combustión de la biomasa, agravando la dimensión de la expansión y con ello si la caldera no tiene boca de carga segura para el foguista, o se encuentra alguien observando por una mirilla cualquiera (incluyendo la operación de el sacado de cenizas), puedan sufrir quemaduras muy graves que provoquen su muerte (suena un poco fuerte, pero ya han ocurrido accidentes mortales de este tipo, tanto en calderas pequeñas como calderas ya importantes en dimensión).

Carlos W. Thomasset